

PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN BIOGAS SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF SUMBER ENERGI LISTRIK PEDESAAN RAMAH LINGKUNGAN (Studi Kasus di Wilayah Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan)

Achmad Husein *)

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu energi alternatif terbarukan, berbahan baku dari kotoran sapi dan dapat dikembangkan di berbagai daerah Pedesaan di seluruh Indonesia, termasuk Jawa Timur. Kotoran sapi bila dicampur mikroba (bakteri pengurai) seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methano bacterium* akan menghasilkan gas metan, yang disebut energi biogas. Energi biogas selain bisa dimanfaatkan untuk memasak dan penerangan listrik pedesaan skala rumah tangga, limbahnya (padat dan cair) bisa menghasilkan pupuk yang kualitasnya menyerupai kualitas pupuk urea. Pupuk tersebut sangat bagus untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan produktivitas hasil pertanian. Pemanfaatan energi biogas untuk listrik Pedesaan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan sehingga bisa disebut sebagai salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan. Salah satu contoh lokasi pengembangan energi biogas untuk listrik pedesaan adalah Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan.

Kata kunci: Kotoran sapi, Biogas, Listrik Pedesaan, Ramah lingkungan.

PENDAHULUAN

Desa Mandiri Energi (DME) adalah desa yang mampu memenuhi kebutuhan energinya secara mandiri, berasal dari sumber-energi baru dan terbarukan, seperti biofuel, energi surya, energi mikrohidro dan biogas. Program DME yang digagas pemerintah bertujuan mengurangi ketergantungan masyarakat desa terhadap bahan bakar minyak, khususnya minyak tanah.

Konsep DME mencakup tiga aspek penting, yaitu : 1). DME adalah desa yang masyarakatnya memiliki kemampuan memenuhi lebih dari 60 persen kebutuhan listrik dan bahan bakar dari sumber energi

terbarukan yang dihasilkan melalui pendayagunaan sumberdaya setempat; 2). Program DME berada di bawah payung program besar penanggulangan kemiskinan yang dikoordinasikan oleh Kementerian Koordinator Kesejahteraan Rakyat. 3). DME dikembangkan dengan konsep pemanfaatan energi setempat, khususnya energi terbarukan untuk pemenuhan kebutuhan energi dan kegiatan yang bersifat produktif.

Program ini secara resmi diluncurkan tanggal 14 Pebruari 2007 oleh Presiden Soesilo Bambang Yudhoyono. Setidaknya program ini melibatkan 7 departemen, yaitu Departemen Energi dan

*) Peneliti Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur

Sumberdaya Mineral, Departemen Pertanian, Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Departemen Dalam Negeri, Kementerian Negara Pembangunan Daerah Tertinggal, Kementerian Negara BUMN, dan Departemen Kelautan dan Perikanan (*Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian*, 5/2/2009).

Atas dasar tiga aspek penting dalam konsep DME tersebut, teknologi pemanfaatan biogas adalah salah satu energi alternatif terbarukan yang tepat untuk dikembangkan menjadi energi listrik di wilayah pedesaan, termasuk di Kecamatan Bandar. Pasalnya jumlah sapi di Kecamatan Bandar, Pacitan khususnya di Desa Bandar sangat banyak, yaitu 2.674 ekor, sehingga praktis bahan baku energi biogas yang berupa kotoran sapi (teletong) juga sangat melimpah.

Selain itu, teknologi pengolahan pembuatan biogas sangat sederhana dan murah. Melalui pelatihan secara bertahap, teknologi pembuatan biogas mudah dibuat para petani. Dengan biaya sekitar Rp 1 Juta saja, energi biogas sudah siap dimanfaatkan untuk memasak dan menerangi lampu skala rumah tangga. Sedangkan limbahnya bisa dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman yang kualitasnya menyerupai kualitas pupuk urea. Bila dicampur larutan mikroba, bisa limbah itu bisa bermanfaat sebagai obat-obatan tanaman. Kondisi geografis Desa Bandar juga sangat cocok untuk pertumbuhan rumput gajah yang menjadi pakan utama ternak sapi, yaitu berada pada ketinggian 946 meter dari permukaan air laut (*Kecamatan Bandar Dalam Angka*, 2007).

Data Kementerian Negara Pembangunan Daerah Tertinggal (KPDT) menyebutkan, bahwa ada 29.634 (41,97 persen) kategori desa tertinggal; 2.745 (3,89 persen) kategori desa sangat tertinggal dan desa belum ada listrik sebanyak 6.240 desa. Pemerintah melalui KPDT terus berupaya mengurangi kesenjangan antara daerah maju dan tertinggal. Hal ini penting, mengingat kesejahteraan, pelayanan, akses serta pembangunan menjadi hak dari semua masyarakat, termasuk di daerah tertinggal. Untuk keperluan itu, Fakultas Pertanian Universitas Wijaya Kusuma bersama Lembaga Penelitian Budidaya Energi-ITB serta Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) memfasilitasi pembangunan program listrik desa bersumber kotoran sapi, khususnya di wilayah Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan dan Kecamatan Tukur Kabupaten Pasuruan (*Suara Surabaya.net*, 13 Maret 2009).

Biogas merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang ramah lingkungan. Istilah ramah lingkungan bisa diartikan sebagai energi yang dapat diterima lingkungan dan tidak berdampak negatif pada makhluk hidup yang berada di sekitarnya. Selain itu bahan baku biogas tersebut berasal dari kotoran ternak (sapi), yang apabila dimasukkan kedalam tabung digester pada kondisi anaerobik akan menghasilkan dominan gas metana (CH_4) dan gas CO_2 serta sebagian kecil kandungan unsur nitrogen (N). Kandungan gas (CH_4) berasal dari kotoran sapi, sedangkan kandungan gas CO_2 berasal dari atmosfer yang diserap melalui proses fotosintesis tanaman. Adapun kandungan nitrogen (N) berasal dari urine

ternak (sapi) itu sendiri (*Buletin Seloliman Vol. II No. 27 Edisi Juli-September 2008 p. 6-7*). Untuk gas methan, bila dialirkan melalui kompor gas bisa dimanfaatkan untuk memasak. Sedangkan bila gas methan tersebut dialirkan melalui mesin Genset berbahan bakar methan, maka akan menghasilkan listrik yang dapat dimanfaatkan untuk penerangan rumah-rumah penduduk di Pedesaan.

Proses pengolahan biogas relatif mudah dan sederhana, yaitu kotoran ternak sapi ke dalam bak penampungan (digester) yang berukuran 7 x 1 meter dengan komposisi satu ember kotoran ternak sapi dicampur dengan satu ember air. Untuk tahap awal harus diberi bakteri pengurai, seperti: *methanococcus*, *methanosarcina* dan *methano bacterium*. Setelah seminggu kemudian energi biogas bisa dipergunakan untuk keperluan memasak dan penerangan lampu rumah penduduk setempat. Sisa limbahnya bisa dimanfaatkan sebagai pupuk penyubur tanaman (rumput gajah). Selanjutnya rumput gajah tersebut dimakan kembali oleh ternak (sapi) dan selanjutnya ternak (sapi) mengeluarkan kotoran lagi. Begitu seterusnya sehingga membentuk suatu siklus rantai makanan yang tertutup. Dari penjelasan diatas jelas bahwa biogas, mulai dari bahan baku, unsur gas yang terkandung di dalamnya dan limbahnya, semuanya bermanfaat dan tak ada satupun yang tersisa (*Pikiran Rakyat, 5/2/2009*).

Beberapa permasalahan yang muncul di lapangan adalah :

1. Apakah limbah Biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik pedesaan di wilayah Kecamatan Bandar sudah ramah lingkungan ?

2. Apakah faktor penyebab wilayah Kecamatan Bandar dipilih menjadi wilayah pengembangan dan pemanfaatan Biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik pedesaan yang ramah lingkungan?
3. Apakah ada pengembangan dan pemanfaatan Biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik pedesaan yang ramah lingkungan di wilayah Kecamatan Bandar?

Sedangkan tujuan penelitian adalah menjawab permasalahan yang muncul di lapangan, yaitu:

1. Untuk mengetahui apakah limbah biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik Pedesaan di wilayah Kecamatan Bandar sudah ramah lingkungan.
2. Untuk mengetahui faktor penyebab mengapa wilayah Kecamatan Bandar dipilih menjadi daerah pengembangan dan pemanfaatan biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik Pedesaan.
3. Untuk mengetahui bagaimana pengembangan dan pemanfaatan biogas sebagai salah satu energi alternatif untuk listrik Pedesaan yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan. Sampelnya meliputi empat dari delapan desa di Kecamatan itu. Empat desa tersebut adalah Desa Bandar, Desa Kledung, Desa Bangunsari, dan Desa Watu Patok. Pengambilan sampel dilakukan dengan

random sampling. Pengambilan sampel meliputi jumlah ternak sapi terbanyak, kondisi geografis, tingkat kesuburan tanah, keterdapatannya air, kondisi ekonomi sosial masyarakat, kesesuaian lahan/tata guna lahan dan tingkat pertumbuhan penduduk.

Parameter untuk menentukan limbah biogas berkategori ramah lingkungan dilakukan dengan cara: 1. Memasukkan Ikan Mas ke dalam limbah cair biogas setelah gas metan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Bila ikan tersebut mati, berarti limbah cair biogas tidak ramah lingkungan. 2). Untuk limbah padat, dengan cara melihat pengaruhnya setelah dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Bila tanaman tersebut mati, maka limbah itu tidak ramah lingkungan. Sebaliknya bila tanaman tambah subur, maka limbah itu dikategorikan ramah lingkungan.

Selanjutnya untuk mengetahui faktor penyebab dan mengapa wilayah bandar dipilih sebagai salah satu wilayah pusat pengembangan dan pemanfaatan energi biogas berdasarkan 7 parameter, yaitu jumlah ternak sapi, kondisi geografis, tingkat kesuburan lahan, keterdapatannya air, kondisi sosial ekonomi masyarakat, kesesuaian lahan/tata guna lahan, dan tingkat pertumbuhan penduduk.

Pengumpulan data lapangan (primer) dengan teknik wawancara dan pengamatan langsung lapangan. Sebagian besar dilakukan melalui wawancara dengan instansi terkait dan masyarakat setempat tentang pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik pedesaan. Juga diamati alur proses pemanfaatan biogas untuk listrik rumah penduduk dan

kompor gas, mulai dari kotoran ternak sapi hingga menghasilkan gas metan termasuk pengamatan langsung limbah biogas. Sedangkan data sekunder didapat dari internet dan referensi tertulis lainnya. Analisis data dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Daerah Penelitian

Secara administratif, wilayah Kecamatan Bandar terletak sekitar 65 Km di sebelah utara Kota Pacitan, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut: di sebelah utara berbatasan dengan wilayah Kabupaten Wonogiri (Jawa Tengah) dan Kabupaten Ponorogo; di sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Kecamatan Arjosari; di sebelah barat berbatasan dengan wilayah Kecamatan Nawangan dan di sebelah timur dan tenggara berbatasan dengan wilayah Kecamatan Tegalombo (lihat gambar 1).

Gambar 1.
Peta Administrasi Kecamatan Bandar
Kab. Pacitan



Lokasi penelitian bisa dijangkau menggunakan kendaraan roda dua atau mobil angkutan umum, ada juga mobil carteran yang bisa dipakai. Kondisi jalan bergelombang, berkelok dan di beberapa titik kondisi jalan aspalnya berlubang. Lebar jalan 4 - 5 meter (agak sempit) dan kemiringan jalan tersebut berkisar antara 45 sampai 60 derajat. Adapun waktu yang dibutuhkan dari Kota Pacitan hingga sampai ke wilayah Kecamatan Bandar berkisar antara 2 - 2,5 jam.

Kondisi sosial ekonomi masyarakat umumnya seperti di kebanyakan daerah pegunungan lainnya dan sebagian besar mata pencaharian mereka adalah bercocok tanam. Kalau dihitung secara ekonomi buruh petani di wilayah Kecamatan Bandar per hari bervariasi dari Rp. 20.000,- hingga Rp. 25.000,-. Struktur tanah di wilayah ini relatif subur untuk tanaman pertanian dan perkebunan, karena daerah ini berada di antara pegunungan raksasa yang disusun oleh material vulkanik yang berukuran butir pasir halus-kerikil, sehingga tidak terlalu sulit untuk mendapatkan air.

Pertumbuhan Penduduk

Untuk mengetahui wilayah mana yang tepat untuk pengembangan dan pemanfaatan "biogas" untuk listrik pedesaan yang ramah lingkungan ditentukan beberapa faktor. Di antaranya data tingkat pertumbuhan penduduk. Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk di suatu wilayah dibutuhkan lahan yang semakin luas. Padahal luas lahan sesuai peruntukannya di masing-masing desa dalam wilayah Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan adalah tetap.

Setiap pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik pedesaan skala rumah tangga diperlukan lahan

sekitar 8 m x 15 m dengan rincian luas tersebut sudah mencakup lahan tempat kandang sapi dan tempat makanan sapi berukuran 4 m x 6 m (4 ekor sapi), tempat digester (tabung penyimpan kotoran sapi) berukuran 7 m x 1 m yang kondisinya anaerobik, luas lahan untuk kantong plastik berukuran 7 m x 1 m tempat penyimpan gas metan yang siap dialirkan ke kompor gas maupun ke genset berbahan bakar gas metan. Ditambah lagi luas lahan pembuangan limbah biogas berukuran 3 m x 2 m, termasuk luas lahan kolam uji cairan limbah biogas setelah melalui proses penyaringan akhir, berukuran 1 m x 1m x 1 m yang disebut sebagai "bio-indikator".

Pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik pedesaan ramah lingkungan masih bisa dilakukan bila dibandingkan di perkotaan yang sudah sangat padat penduduknya. Hal ini disebabkan tingkat pertumbuhan penduduk di wilayah pedesaan, khususnya di wilayah Kecamatan Bandar masih di bawah 1 persen dan tertinggi adalah di Desa Kledung, yaitu sebesar 0,78 persen (lihat tabel 1) berikut ini.

Tabel 1.
Laju Pertumbuhan Penduduk Tahun 2006

No	Desa	Jmi Penduduk		Pertumbuhan	
		2005	2006	Jiwa	Persen
1.	Petungsinarang	5.991	6.032	41	0,68
2.	Ngunut	5.442	5.464	22	0,40
3.	Bandar	7.906	7.923	17	0,22
4.	Kledung	3.468	3.495	27	0,78
5.	Tumpuk	4.400	4.426	26	0,59
6.	Watupatok	4.132	4.143	11	0,27
7.	Bangunsari	4.944	4.958	14	0,28
8.	Jeruk	7.042	7.062	20	0,28
Jumlah		43.325	43.503	178	0,41

Sumber : Kecamatan Bandar Dalam Angka, 2007

Pada tabel 1 terlihat bahwa jumlah penduduk di wilayah Kecamatan Bandar 43.503 jiwa, terdiri dari 8 desa dengan tingkat pertumbuhan penduduk pertahun sebesar 178 jiwa atau sekitar 0,41 persen. Tingkat pertumbuhan penduduk tertinggi adalah di Desa Kledung, yaitu sebesar 27 jiwa per tahun atau sekitar 0,78 persen dan terendah adalah di Desa Watupatok, yaitu sebesar 11 jiwa atau sekitar 0,27 persen (Kecamatan Bandar dalam Angka, 2007).

Jumlah Ternak Sapi dan Ketinggian Lokasi

Untuk mengetahui desa mana yang berpeluang menjadi tempat pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik

pedesaan adalah dengan menganalisa data jumlah ternak sapi terbanyak dan data ketinggian desa. Kedua parameter tersebut sangat diperlukan dalam proses pembuatan biogas. Sapi sebagai sumber bahan baku biogas dan ketinggian desa dari muka air laut mencerminkan iklim daerah. Sehingga rumput gajah yang tumbuh di ketinggian 750 m akan lebih subur dibandingkan dengan rumput gajah yang tumbuh pada ketinggian 100 m. Atas dasar kedua parameter tersebut, keempat desa dari delapan desa yang diamati akan terlihat jelas desa yang akan menjadi pilihan utama tempat pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik Pedesaan (lihat tabel 2 dan tabel 3).

Tabel 2.
Ternak Besar Menurut Jenisnya
th 2006

No	Desa	Sapi (ekor)	Kerbau (ekor)	Kuda (ekor)
1.	Petungsinarang	298	-	-
2.	Ngunut	316	-	-
3.	Bandar	537	-	-
4.	Kledung	530	-	-
5.	Tumpuk	209	-	-
6.	Watupatok	312	-	-
7.	Bangunsari	258	-	-
8.	Jeruk	214	-	-
Jumlah		2.674	-	-

Sumber : Kecamatan Bandar Dalam Angka, 2007

Tabel 3.
Ketinggian Desa/ Kelurahan dari Permukaan
laut Dan Jarak Kantor Desa/ Kelurahan ke
Kantor Kecamatan Tahun 2006

No	Desa	Ketinggian Desa dari Permukaan laut (m)	Jarak dari Kantor Desa ke Kantor Kecamatan (Km)
1.	Petungsinarang	600	14
2.	Ngunut	800	9
3.	Bandar	946	0
4.	Kledung	750	9
5.	Tumpuk	650	5
6.	Watupatok	660	9
7.	Bangunsari	700	5
8.	Jeruk	947	12

Sumber : Kecamatan Bandar Dalam Angka, 2007

Pada tabel 2 terlihat bahwa jumlah ternak besar (sapi) sebanyak 2.674 ekor. Dari jumlah sapi itu, terbanyak berada di Desa Bandar, yakni 537 ekor. Berikutnya disusul Desa Kledung (530 ekor), Desa Watupatok (312 ekor), dan Desa

Bangunsari 258 ekor. Pada tabel 3 terekam ketinggian masing-masing desa.

Pada tabel 3 tersebut diatas terlihat, bahwa empat dari delapan desa, yang letaknya paling tinggi adalah Desa Bandar dengan ketinggian dari muka air laut (946

m). Berikutnya disusul Desa Kledung (750 m), Desa Bangunsari (700 m) dan terakhir Desa Watupatok (660 m).

Berdasarkan ketinggian suatu tempat/desa dari permukaan air laut, maka Desa Bandar tetap menjadi pilihan sebagai desa pusat pengembangan dan pemanfaatan biogas untuk listrik pedesaan. Atas dasar jumlah sapi terbanyak, seperti yang digambarkan pada tabel 3, maka Desa Bandar layak mendapat prioritas pertama sebagai desa yang siap memanfaatkan dan mengembangkan energi biogas yang murah, berteknologi sederhana dan ramah lingkungan atau istilah populernya Desa Bandar, Kecamatan Bandar Kabupaten Pacitan sudah siap mendapat sebutan "Desa Mandiri Energi" (DME).

Sehubungan dengan adanya program pengembangan biogas ini, secara otomatis desa tersebut dalam perjalanannya nanti juga akan mengarah pada mandiri pupuk dan pada akhirnya juga akan mandiri pangan. Mengapa demikian? Karena limbah biogas bisa menyuburkan tanaman, seperti rumput gajah. Selanjutnya rumput gajah ini dimakan lagi oleh ternak (sapi) dan sapi menghasilkan kotoran sapi. Padahal kotoran sapi tersebut merupakan bahan baku energi biogas.

Secara otomatis, ketika petani mendapat pelatihan tentang teknologi biogas, petani juga mudah mendapatkan pupuk. Bilamana pengadaan pupuk mudah, maka tanaman petani praktis akan membuah hasil yang bagus, sehingga bisa meningkatkan penghasilan keluarga petani. Meningkatnya kesejahteraan petani menjadikan para petani mandiri pangan.

Dengan demikian program listrik pedesaan secara tidak langsung membantu meringankan beban pemerintah terkait "program menurunkan angka kemiskinan di Indonesia" (*Jawa Pos*, 16 Maret 2009).

Mengenai dampaknya terhadap lingkungan, dilakukan pengujian cairan limbah melalui proses penyaringan terakhir, yaitu di bagian kolam: bio-indikator". Caranya dengan memasukkan ikan mas atau ikan mujaer, dan ternyata tidak ada reaksi dari ikan tersebut dan ikan tersebut tetap hidup. Hal itu menunjukkan bahwa cairan limbah biogas tersebut aman dan tidak menimbulkan pencemaran atau ramah lingkungan.

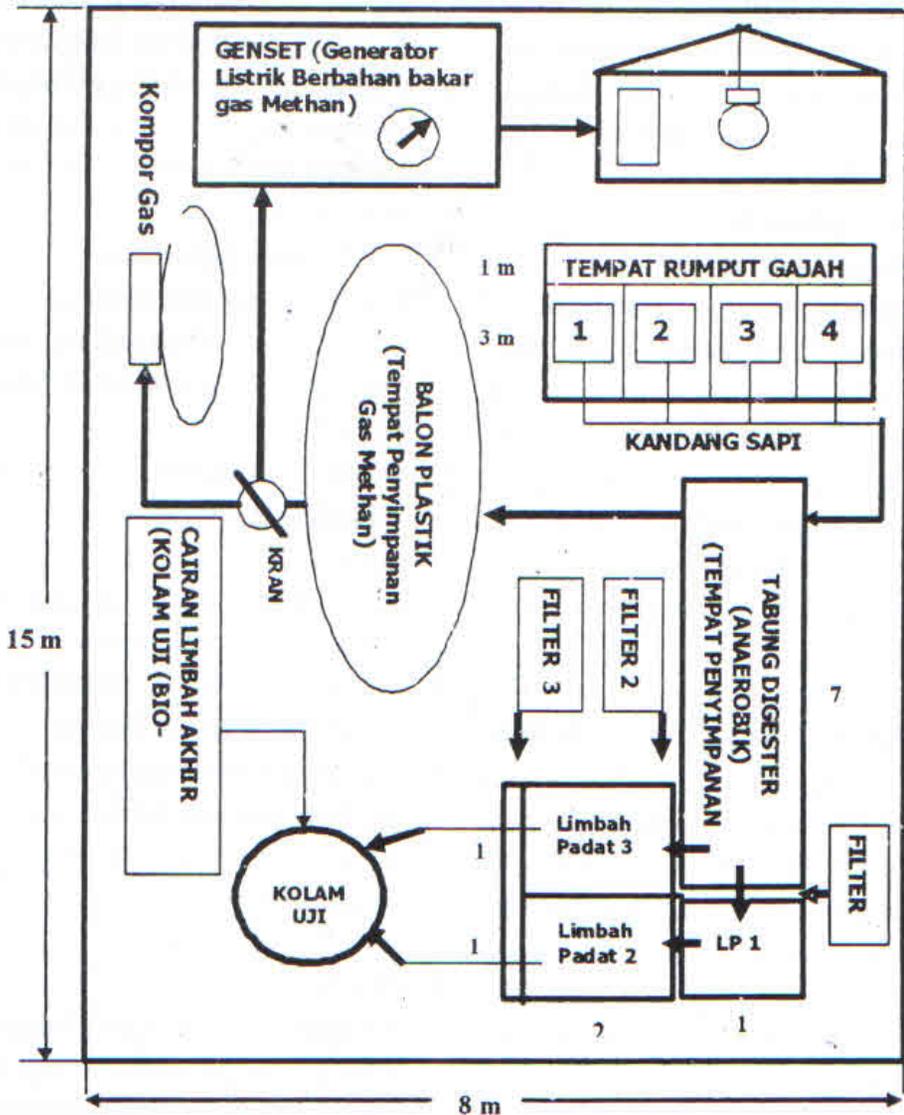
Sebenarnya gas metan (CH_4) termasuk jenis gas beracun yang sangat berbahaya, karena bila bercampur dengan gas (CO_2) di udara akan membentuk molekul gas rumah kaca. Akibatnya adalah suhu udara di atmosfer dan bumi meningkat, sehingga pada akhirnya mampu mengkorosi lapisan ozon. Bila lapisan ozon berlubang semakin lebar, bisa menyebabkan penyakit kulit. Hal ini bisa diatasi dengan cara gas metan tersebut diolah menjadi energi listrik pedesaan, sehingga gas methane menjadi ramah lingkungan.

Proses Pengolahan Biogas

Proses pengolahan biogas adalah proses berubahnya kotoran sapi menjadi gas metan melalui kondisi tanpa O_2 (anaerobik), yaitu kotoran sapi dengan komposisi satu ember kotoran sapi dan satu ember air dimasukkan kedalam bak penampungan kotoran sapi (digester) yang berukuran 7 m x 1 m.

Beberapa hasil percobaan yang dilakukan, aktivitas metabolisme dari bakteri methanogenik akan optimal pada nilai ratio C/N sekitar 8-20. Untuk tahap awal harus diberi bakteri pengurai dan biarkan selama satu minggu, energi biogas sudah bisa dimanfaatkan untuk keperluan memasak dengan cara mengalirkan gas methan tersebut ke kompor gas. Adapun untuk keperluan penerangan lampu listrik

di rumah dengan cara mengalirkan gas methan tersebut ke dalam karburator mesin pembangkit listrik (Genset) yang berbahan bakar gas methan. Agar pemakaian gas tersebut dapat terbagi dengan rata ke kompor gas dan ke mesin Genset, maka diperlukan kran pengatur gas methan yang dipasang setelah balon plastik seperti yang terlihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Instalasi Biogas

Perwakilan PT. PJB selaku pemberi fasilitas kelengkapan peralatan biogas, termasuk genset berbahan bakar gas methan.

2. Agar listrik pedesaan skala rumah tangga yang dihasilkan dari energi biogas dengan biaya murah, ramah lingkungan dan teknologinya sederhana ini tetap berlanjut, PT. PJB diminta tetap memberi pembinaan teknis pengoperasian dan pemanfaatan energi biogas ini secara benar dan efisien.

Pusat Penelitian Bioteknologi, 1 Mei 2009. *Minyak Tanah Kosong Kotoran Sapi pun Berguna*, Cibinong-Bogor.

Suara Surabaya.net, 13 Maret 2009. *Bangun Program Listrik Desa Berbasis Energi*

Suharsimi Arikunto, 1993. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, p.104.

Suripin, 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Informasi Publik, 2005. *Komitmen Pemerintah Benahi Masalah Sanitasi dan Lingkungan*. Jakarta

Depdikbud, 1989. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, p. 580

Jawa Pos, 6 Januari 2009. *Atasi Krisis Energi dengan Biogas*. Surabaya.

Jawa Pos, 16 Maret 2009. *Biogas Melepas Ketergantungan*. Surabaya.

Kompas (Jatim), 18 Maret 2008. *Usulan Rancangan Perda Tentang Pengelolaan Limbah Domestik*. Surabaya.

Pikiran Rakyat, 5/2/2009. *Prinsip Dasar Pembuatan Biogas*, Bandung.

Publikasi-_psekp@yahoo.co.id (2009). *Program Desa Mandiri Energi*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor.

Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup, 2008. *Mencari BBM Murah*, *Buletin Seloliman Vol. II No. 27, Edisi Juli-September 2008*, p. 6-7 Trawas-Mojokerto.